

*Рекомендовано до друку Вченою радою КНЕУ
Протокол № 1 від 26.09.2019*

Рецензенти

І. А. Джаладова, д-р фіз.-мат. наук, професор
(ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана)

І. В. Заблудська, д-р екон. наук, професор
(Луганська філія Інституту економіко-правових досліджень НАН України)

А. М. Онищенко, д-р екон. наук, доцент, професор
(Київський національний університет імені Тараса Шевченка)

Колектив авторів:

Рамазанов С.К. (вступ, розд. 1, 2, 3, 9, післямова), Степаненко О.П. (розд.4),
Устенко С.В. (розд. 10), Кочерян І.С. (розд.2, п. 2.5), **Гужва В. М.** (розд. 6), Іванченко Г. Ф. (розд. 11),
Тішков Б.О. (розд. 9), Денісова О. О. (розд. 8), Краснюк М. Т. (розд. 7), Козак І. А. (розд. 8),
Держук О. В. (розд. 3, пп. 3.4, 3.5), Зінов'єва І. С. (розд. 10), **Мельников В. В.** (розд. 5,6),
Кустаровський О. Д. (розд. 7), Мехед Б. В. (розд. 11), Гончаренко О. Г. (розд. 9),
Петрова М. М. (Болгарія) (розд. 1, 2), Стемплевська Л. В. (Польща) (розд. 1, 2)

*За загальною редакцією доктора технічних наук, доктора економічних наук,
професора, заслуженого діяча науки і техніки України, С. К. Рамазанова*

**Інформаційно-інноваційні технології управління в еколо-
I-74 го-економічних системах [Електронний ресурс].** Монографія.
За заг. ред. проф. С. К. Рамазанова. Київ: КНЕУ, 2020. — 464 с.
ISBN 978–966–926–333–9

Монографія присвячена одній із найактуальніших проблем сучасного суспільства — міждисциплінарним і системним сучасним інформаційно-інноваційним технологіям і методам моделювання антикризового управління соціально-еколого-економічними і техногенними виробничими системами в умовах нестійкості, циклічної динаміки і системних криз.

У монографії розглянуто основні теоретичні і прикладні задачі антикризового управління: інформаційно-інноваційні технології підтримки цифрових банківських послуг у межах фінансового забезпечення еколого-економічних і виробничих систем; сучасні інноваційні та інформаційні технології управління еколого-економічними системами в аграрному секторі: теорія та практика; інформаційні технології підтримки процесів самоорганізації та розвитку підприємств в аграрному секторі; аналіз методології проєктування інформаційно-інноваційних систем та моделі архітектури інноваційних підприємств; критичне дослідження та удосконалення моделей фінансового аналізу підприємств транспортної галузі в поточних умовах України; проблеми моделювання і управління в екологічній економіці, тобто економічна кібернетика в екологічній економіці та інші.

Автори адресують монографію молодим ученим, аспірантам, слухачам системи перепідготовки та підвищення кваліфікації, IT-фахівцям та вченим — еколого-економістам і сучасним керівникам економічних систем і підприємств, а також вищої ланки управління вищими навчальними закладами.

УДК 330.46:330.15

*Розповсюджувати та тиражувати
без офіційного дозволу КНЕУ забороняється*

РОЗДІЛ 4. Інформаційно-інноваційні технології підтримки цифрових банківських послуг у межах фінансового забезпечення еколого-економічних і виробничих систем 171

4.1. Концепція діяльності банківської системи на засадах застосування комплексу економіко-математичних моделей та інформаційно-інноваційних технологій в контексті фінансового забезпечення еколого-економічних і виробничих систем	172
4.2. Розбудова цифрової інформаційно-комунікаційної інфраструктури банківської системи та розвиток цифрових банківських послуг для фінансового забезпечення трансграничного простору цифрової економіки	197
4.3. Інформаційно-комунікаційні технології підтримки інформаційної безпеки цифрових банківських послуг в межах фінансового забезпечення еколого-економічних і виробничих систем	206

РОЗДІЛ 5. Дифузії інновацій і трансфер технологій в еколого-економічних системах 227

5.1. Теоретичні засади формування еколого-економічних виробничих систем та їх вплив на трансфер технологій. Сталий розвиток регіональної економіки	229
5.2. Інноваційний кластер як еколого-економічна виробнича система. .	232
5.3. Вплив дифузії інновацій на трансфер технологій в еколого-економічних виробничих системах	235
5.4. Моделювання дифузії інновацій	236
5.5. Агентно-орієнтований підхід до моделювання трансферу технологій	244
5.6. Модифікація моделі дифузії Басса.	248
5.7. Програмні пакети для розробки імітаційної моделі трансферу технологій.	255

РОЗДІЛ 6. Мультиагентні системи підтримки прийняття інноваційних рішень в еколого-економічних виробничих системах . 258

6.1. Інструменти підтримки прийняття інноваційних рішень.	258
6.2. Архітектура мультиагентної системи підтримки прийняття рішень у процесі трансферу інноваційних технологій	261
6.3. Програмна підтримка для реалізації мультиагентної системи підтримки прийняття рішень у процесі трансферу технологій	267

РОЗДІЛ 7. Критичне дослідження та антикризова політика підприємств транспортної галузі України в умовах системної кризи. . 276

7.1. Удосконалення моделей фінансового аналізу підприємств транспортної галузі в поточних умовах України.	276
---	-----

РОЗДІЛ 6

МУЛЬТИАГЕНТНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ В ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ

6.1. Інструменти підтримки прийняття інноваційних рішень

Основою успішного функціонування інноваційного середовища є прийняття рішень, адекватних умовам, в яких діють об'єкти господарювання. Управлінські інформаційні системи (далі — ІС), в яких сконцентровані потужні методи математичного моделювання, науки управління, інформатики, є інструментом, покликаним надати керівникам допомогу в їхній діяльності в нинішньому складному динамічному світі.

Прийняття рішень — це процес, який відбувається протягом певного відрізка часу та здійснюється протягом кількох етапів. Прийняття рішення — це результат вибору з кількох наявних альтернатив, що фіксується письмово чи усно й містить програму дій для досягнення окресленої мети. Сфера впливу організаційних управлінських рішень надзвичайно широка.

Часто в процесі прийняття рішень особа, що приймає рішення (далі — ОПР), припускається помилок. Мінімізувати помилки можна за допомогою комп'ютерного інструментарію підтримки процесу прийняття рішень. Необхідність такої комп'ютерної підтримки у прийнятті рішень в управлінні ЕЕВС обумовлена кількома важливими факторами:

- великий обсяг інформації, яку необхідно опрацювати ОПР для прийняття рішення, яке формують учасники ІК;
- необхідність обліку, врахування та взаємодії багатьох чинників, вимог і потреб;
- зняття невизначеності для ОПР;
- неможливість кількісно вимірювати показники прийняття рішень такого масштабного об'єднання, як ЕЕВС;
- зростання важливості та масштабності прийняття управлінських рішень в умовах світової глобалізації, інформатизації та розвитку веб-технологій.

Оскільки ЕЕВС не має географічного обмеження, то система підтримки прийняття рішень (далі — СППР) повинна підтриму-

вати веб-технології. На нашу думку, ІК отримає такі переваги від використання інтегрованої СППР:

- полегшить роботу керівникам компаній — учасників ЕЕВС і підвищить ефективність ЕЕВС загалом;

- сприятиме налагодженню контактів усередині кластера та спростить логістичні процеси;

- значно прискорить прийняття рішень і зменшить вплив бюрократичних чинників;

- уможливилює результативну підготовку та навчання кадрів в ЕЕВС;

- сприятиме створенню єдиного формату зберігання даних, що зменшить витрати на підтримку програмних засобів учасників кластера та ЕЕВС загалом, спростить формування звітності;

- підвищить контроль над діяльністю ЕЕВС за рахунок розподілу даних на структури.

Різні типи СППР можуть допомогти ОПР щодо прийняття рішень для ЕЕВС по-різному. У процесі прийнятті рішень в ЕЕВС слід враховувати можливість використання та маніпулювання великими обсягами даних, які належать учасникам кластера. Виникає також необхідність застосовувати різні правила та методи контрольних перевірок чи складні економіко-математичні моделі для формування та прийняття ефективних рішень в ЕЕВС. Для позначення певних типів СППР вживають багато специфічних термінів. Типи СППР можна розглядати за їхнім призначенням і предметною галуззю. Для інтелектуального аналізу даних СППР слід використовувати технологію Data Mining.

Однією з найбільш значущих проблем, на нашу думку, є відсутність в ЕЕВС інтегрованої СППР. Сформована нині практика передбачає, що всі дії з забезпечення процесу підтримки прийняття рішень виконуються у форматі разового заходу.

Сьогодні інтелектуалізація сфери управління в організаціях, орієнтованих на інноваційні товари та послуги або ЕЕВС, є одним з найбільш затребуваних напрямів. Актуальне завдання у цій галузі — розробка СППР для побудови оптимальних рішень з метою сталого розвитку регіону та країни в цілому.

Комп'ютерна інформаційна СППР для ЕЕВС може використовуватися для підтримки різних видів діяльності на різних управлінських рівнях у процесі прийняття неструктурованих і слабкоструктурованих стратегічних рішень: вибору загальної стратегії дій, визначення спеціальних завдань, делегування відповідальності, оцінювання й аналіз результатів діяльності, ініці-

ювання змін, прогнозування наслідків прийнятих рішень, маркетингових досліджень, ціноутворення тощо.

З огляду на дедалі потужніший вплив Інтернету і невпинно зростаючі обсяги інформації сучасні СППР мають будуватися як веб-сервіси з використанням хмарних технологій.

Веб-орієнтовані СППР широко використовуються в електронній комерції. Системи надають клієнтам можливість оптимального вибору продукції або асортименту, ефективного використання сервісів післягарантійного обслуговування. Система допомагає клієнтові сформулювати критерії відбору продукції, знаходить у БД необхідний йому товар. СППР також забезпечує підтримку клієнта після продажу товару, а саме — його повернення в разі виявлення браку чи неналежної якості, ремонту і технічного обслуговування придбаних речей.

Переваги веб-орієнтованих СППР [33]:

- мають зручний доступ на веб;
- усі типи СППР можуть функціонувати, застосовуючи веб-технологію;
- використовують досвід, бази знань, документи, моделі та методи пошуку знань для великої та різноманітної групи користувачів, доступних через Інтернет;
- доступність багатьом користувачам;
- легка інтеграція з мобільними сервісами;
- крос-платформеність;
- можливість працювати з системою на слабкому апаратному забезпеченні, головне — наявність інтернет-зв'язку.

Останнім часом розвиток штучного інтелекту збагатився низкою додатків, котрі застосовуються в різних сферах науки і науки та предметних галузях науки. Широкого розповсюдження набуває технологія агентів для прийняття рішень, що мають бездротове з'єднання та використовують автономні розподілені алгоритми управління, а не традиційний централізований порядок. Сьогодні застосовується в бізнесі штучний інтелект здебільшого у формі систем, заснованих на знаннях, або інтелектуальних програмних агентів, де використовуються для розв'язання проблем людські знання. З розвитком Інтернету використання інтелектуальних програмних агентів, або ботів, стає дедалі масовим у різних додатках.

З розвитком методів штучного інтелекту з'явився новий тип ІС — мультиагентні системи (далі — МАС) і можливість використовувати мультиагентний підхід для підтримки прийняття рішень. МАС зародилися на перетині теорії систем і розподіленого штучного інтелекту.

Застосування мультиагентного підходу до побудови СППР у діяльності ЕЕВС дасть змогу суттєво підвищити ефективність управлінського процесу, а тому потребує подальших досліджень. Інтелектуальні агенти СППР можуть швидше добувати інформацію для ідентифікації незвичайних ситуацій і пропонувати рішення, виходячи з власного алгоритму дій, або зв'язуватися з іншим агентом та обмінюватися інформацією з приводу незвичайної ситуації і пропонувати рішення для користувача СППР.

Основна ідея використання Data Mining в агентній технології полягає в тому, щоб дати агенту можливість вилучення знань з даних. У цьому випадку агент виступає в ролі аналітика.

Методи й алгоритми Data Mining найефективніші в аналізі великих обсягів даних, якими оперує ЕЕВС. Такі обсяги в сучасних умовах зберігаються в розподілених локальних обчислювальних мережах. У зв'язку з цим застосування мультиагентної технології для аналізу в розподілених сховищах даних учасників ІК має підвищити продуктивність СППР.

Аналізуючи сучасні системи, які можна послугуватися для спрощення й автоматизації процесів управління ЕЕВС, ми зупинилися на веб-орієнтованій МАСППР. Необхідність використання веб-орієнтованої МАСППР обумовлена такими чинниками:

- переваги WEB-орієнтованих СППР;
- стрімкі зміни кон'юнктури ринкового середовища, в якому перебуває ЕЕВС;
- можливість швидко змінити, налаштувати поведінку інтелектуального програмного агента моделі з БМ (базою моделей) СППР;
- можливість урахування ірраціональної поведінки учасника ЕЕВС у процесі трансферу технологій;
- складність і неоднозначність організаційної структури ЕЕВС.

6.2. Архітектура мультиагентної системи підтримки прийняття рішень у процесі трансферу інноваційних технологій

Важливим напрямом удосконалення процесів управління ЕЕВС у зв'язку з розрізненістю різних видів розкриття інформації учасниками кластера стає розробка стандартів системи інтегрованої звітності для вибору й прийняття ефективних рішень, що

охоплює фінансові та нефінансові показники. Інтегрована звітність — ключовий елемент механізму управління ЕЕВС, яка розкриває можливості та ризики цього процесу.

ОПР в ЕЕВС є фасилітатор. Первинна роль фасилітатора — це допомога кластеру у процесі залучення та мотивації потенційних членів ЕЕВС спільної діяльності. Налагодження дієвих і підтримання дієвих та активних контактів з фасилітатором і компаніями й особами, що відповідають за діяльність проектних груп у середині кластера, або зовнішніми замовниками (інвесторами), є першочерговими завданнями для ЕЕВС.

Використання веб-орієнтованої мультиагентної системи підтримки прийняття рішень (МАСППР) у процесі трансферу технологій ЕЕВС — відносно нова технологія. Новизною її застосування є можливість побудови єдиної інтегрованої СППР на основі програмних агентів для ЕЕВС, для ефективного функціонування якої необхідно об'єднати ІС учасників кластера за допомогою інтернет-технологій.

Основне призначення архітектури взаємодії програмних агентів для МАСППР полягає — забезпечити координовану поведінку агентів у вирішенні спільних або приватних завдань під час прийняття рішень для трансферу технологій ЕЕВС. Формально архітектура МАСППР — це інструмент, який дає змогу проектувати поведінку програмних агентів системи із використанням чітких формальних методів та алгоритмів.

Завдання, які має вирішувати веб-орієнтована МАСППР у процесі трансферу технологій ЕЕВС:

- маркетингові дослідження та організація виставок нових товарів і послуг;
- проведення аудиту маркетингу;
- оцінювання інвестиційної привабливості ЕЕВС;
- пошук нових клієнтів і збереження уже набутих;
- оптимізація витрат і максимізація прибутків ЕЕВС;
- формування рішень щодо вибору кредитів банків для учасників та ЕЕВС загалом;
- спрощення звітності учасників ІК, яка подається до органів державної влади;
- оцінка економічної доцільності входження або виходу учасника з ЕЕВС;
- розрахування показників сталого розвитку регіону для державної статистики конкурентоспроможності регіонів;
- формування рішень про оптимальні маршрути постачання продукції ЕЕВС.

Орієнтуючись на завдання, які покликані вирішувати МАСППР у процесі трансферу технологій ЕЕВС, виділимо такі агентні модулі залежно від їхнього функціоналу: модуль маркетингу, модуль інвестування та кредитування, модуль логістики, модуль звітності.

Схему взаємодії агентних модулів веб-орієнтованої МАСППР у процесі трансферу технологій ЕЕВС наведено на рис. 6.1.

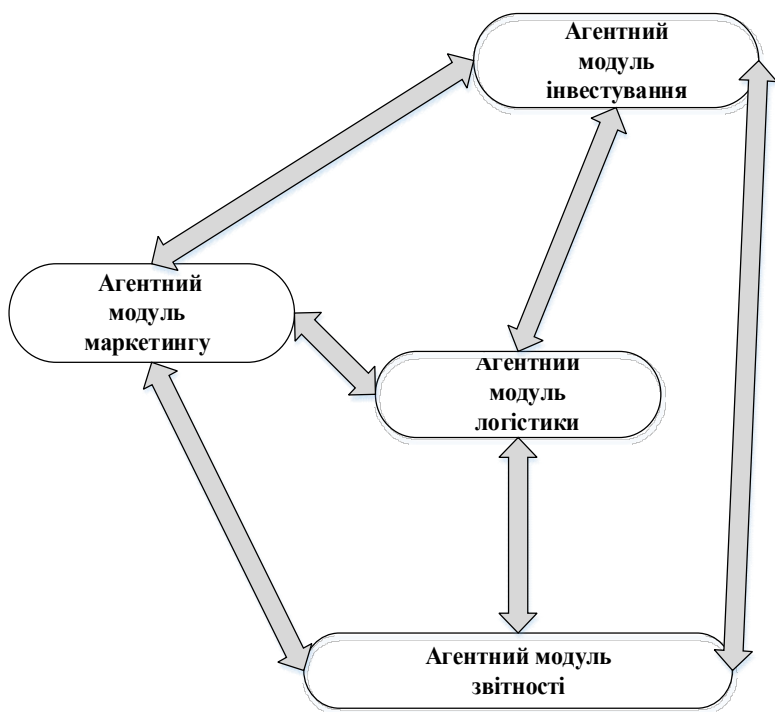


Рис. 6.1. Схема взаємодії агентних модулів веб-орієнтованої МАСППР у процесі трансферу технологій ЕЕВС

Процедура вибору архітектури для проектованої МАСППР у ринкових умовах зводиться до визначення вартості володіння нею. Архітектура МАСППР має підтримувати технологію WEB та з легкістю інтегруватися в системи управління учасників ЕЕВС. Вартість володіння МАСППР складається із планових витрат і вартості ризиків.

Архітектура веб-орієнтованої МАСППР у процесі трансферу технологій складається з таких компонентів:

- Базы даних (далі — БД) і Системи управління базою даних (далі — СУБД);

- Системою керування базою моделей (далі — СКБМ) і базою моделей (далі — БМ), в якій описана логіка поведінки агентів системи та математичні моделі розрахунків показників; серверів БД і БМ; системи додатків, що об'єднує основні компоненти МАСППР (БД, БМ, СКБД, СКБМ); веб-інтерфейсу, який інтегрується з геоінформаційною системою (ГІС) і виконує функції пошуку та подання інформації, необхідної для прийняття рішень ОПР у будь-якій географічній точці світу, де є доступ до Інтернету; програмні агенти МАСППР; бази даних ІС учасників ЕЕВС.

Інтерфейс веб-орієнтованої МАСППР можна подати у вигляді додатка або за допомогою інтернет-браузерів, встановлених на персональному комп'ютері, ноутбучі або мобільному гаджеті.

Обмін даними тісно пов'язаний з організацією роботи автоматизованих робочих місць у складі локальних і глобальних мереж. За допомогою таких місць підсилюється інтеграція управлінських функцій і кожне інтелектуально облаштоване робоче місце забезпечує роботу у багатофункціональному режимі. У централізованих автоматизованих ІС реалізується модель хост-орієнтованих технологій, згідно з якими всі обчислювальні потужності зосереджено на мейнфреймі або міні-комп'ютерах (хостах), а термінали, через які користувачі підключаються до хостів, не можуть самостійно виконувати обчислювальні функції. Дані для прийняття рішень надходять до МАСППР від баз даних ІС учасників ЕЕВС.

У сучасних умовах досить активно й успішно розвивається технологія обробки великих даних, яку можна використати для розробки веб-орієнтованої МАСППР в ЕЕВС. Нині в СППР технологіях Big Data характеризується як серією підходів, інструментів і методів обробки структурованих і неструктурованих даних величезних обсягів і значного різноманіття з метою отримання інформації необхідної для прийняття рішення у процесі трансферу технологій ЕЕВС. Вони ефективні в умовах невідомого приросту, розподілу по численних вузлах обчислювальної мережі, що сформувалися наприкінці 2000-х років, альтернативних традиційним системам управління базами даних і рішенням класу Business Intelligence.

Існує багато програмних платформ, які можна використати для побудови веб-орієнтованої МАСППР у процесі управління, що підтримують технологію Big Data, та розробки рішень типу Business Intelligence. Найпопулярніші платформи для реалізації цих рішень такі:

- SAP HANA;
- Oracle Big Data Appliance;
- Apache Hadoop;
- Microsoft Azure.

Порівняння програмних платформ для побудови веб-орієнтованої МАСПІР в процесі трансферу технологій ЕЕВС подано в табл. 6.1.

Таблиця 6.1.

ПОРІВНЯННЯ ПРОГРАМНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ПОБУДОВИ WEB-ОРІЄНТОВАНОЇ МАСПІР В ПРОЦЕСІ ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ ЕЕВС

Платформи	Переваги	Недоліки
SAP HANA	Високопродуктивна платформа для зберігання і обробки даних, підтримки мови програмування JavaScript	Велика вартість. Для розгортання SAP HANA користувачеві потрібен акаунт або акаунти SAP
Oracle Big Data Appliance	Відкрита, багатофункціональна система, підтримка додатків, які не є Oracle	Порівняно велика вартість
Microsoft Azure	Розробник визначає необхідний обсяг для зберігання даних і необхідні обчислювальні потужності (кількість віртуальних машин), відтак платформа надає відповідні ресурси. Підтримка системи всієї інфраструктурою здійснюється постачальником, користувач керує лише операційною системою і встановленими додатками	Платформа являє собою більше хмарний сервіс для керування програмними додатками, аніж технологію Big Data
Apache Hadoop	Вільно поширюваний набір утиліт, бібліотек і програмний каркас, які є основою, що дозволяє виробляти розподілену обробку великих обсягів даних у кластерах комп'ютерів за допомогою простих моделей програмування	Складність комп'ютерної архітектури

Порівнюючи програмні платформи для розробки веб-орієнтованої МАСПІР у процесі трансферу технологій ЕЕВС, бачимо що основним їхнім недоліком є велика вартість, а це доволі витратно в рамках його обмеженого бюджету. На нашу думку, оптимальною платформою для побудови МАСПІР є Apache Hadoop, незважаючи на всю складність комп'ютерної архітектури. Комп'ютерну архітектуру веб-орієнтованої МАСПІР на платформі Apache Hadoop подано на рис. 6.2.

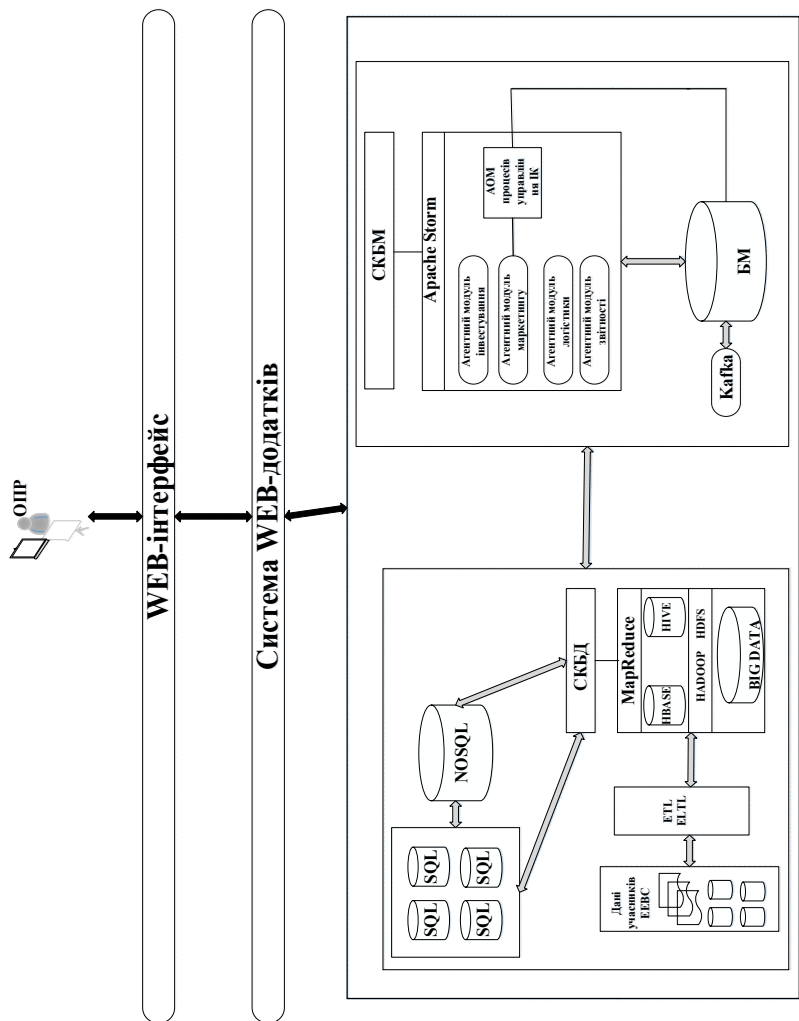


Рис. 6.2. Комп'ютерна архітектура веб-орієнтованої МАСПП

Розробка веб-орієнтованої МАСППР у процесі управління ЕЕВС є складним завданням, що передбачає глибоке дослідження як особливостей функціонування конкретного учасника ЕЕВС, так і особливостей реалізації інформаційної підтримки процесів управління на рівні ЕЕВС. Слід враховувати, що складність розробки, впровадження та експлуатація такої системи визначаються за кількістю компонент, які формують глобально розподілені та взаємопов'язані сукупності програмних та апаратних систем учасників ЕЕВС. За сучасного стану економіки України необхідно обрати оптимальне програмне забезпечення для реалізації МАСППР в процесі трансферу технологій ЕЕВС, яке би задовольняло зіставлення таких показників, як ціна та якість.

Програмне забезпечення звітування та математичні моделі завжди були необхідними інгредієнтами СППР. Під програмним забезпеченням для МАСППР ми розуміємо сукупність програмних і документальних засобів для створення та експлуатації систем обробки даних засобами обчислювальної техніки. Користувачі МАСППР практично завжди взаємодіють із ним за допомогою спеціальних програмних модулів, від показників якості яких залежить рівень якості всієї ІС. Програмне забезпечення пов'язано з інформаційним та організаційним забезпеченням, технологією обробки даних, комплексом технічних засобів. Програмне забезпечення розробляється та розвивається виходячи з вимог функціонування веб-орієнтованої МАСППР у процесі трансферу технологій ЕЕВС. Витрати на розробку та впровадження МАСППР у ЕЕВС складаються з витрат на програмні засоби, методичне й інформаційне забезпечення, технічне забезпечення обчислювальних і комунікаційних процесів.

6.3. Програмна підтримка для реалізації мультиагентної системи підтримки прийняття рішень у процесі трансферу технологій

Технічний аспект узгоджується з розробленням спеціалізованого технічного і програмного забезпечення для функціонування веб-орієнтованої МАСППР, яке орієнтується на виконання програм агентами. Забезпечення має автоматично керувати колективами програмних агентів, їхнім трафіком та обчислювальними ресурсами. Інформаційний аспект підкреслюється зростанням рівня інтелектуальності програмних агентів, які адаптуються до поточних станів МАСППР, навчаються діяти раціонально, ірра-

ціонально та самостійно. Вони повинні забезпечити оптимальне вирішення поставлених завдань перед МАСППР.

Функціонування розробленої системи має задовольняти такі вимоги: обробляти неструктуровані та слабкоструктуровані дані; доступ до мережі Інтернет; швидкий відклик на запит користувача системи або ОПР, зручний інтуїтивно зрозумілий інтерфейс; подання інформації у формалізованому вигляді для прийняття рішень; легкий доступ до зміни даних і моделей системи; використання мови програмування для розробки веб-додатків і бібліотек будь-якої складності; можливість використовувати розподілених обчислень; доступний хмарний сервіс.

Проблеми ефективної обробки великих обсягів неструктурованої або слабкоструктурованої інформації можна реалізувати за допомогою багатьох програмних рішень і технологій: Hadoop, MapReduce, Spark, Hive, Pig та ін. Усі ці платформи об'єднує можливість розподіленого опрацювання великих обсягів неструктурованих даних. Проте найпопулярнішою та найчастіше використовуваною є платформа Apache Hadoop.

Apache — це крос-платформне програмне забезпечення, що підтримує операційні системи Linux, BSD, Mac OS, Microsoft Windows, Novell NetWare, BeOS. Основними перевагами Apache вважаються надійність і гнучкість конфігурації.

У процесі впровадження СППР в ЕЕВС також необхідно враховувати її собівартість, тобто виникає необхідність обрати оптимальну платформу для розробки даної системи. Програмні засоби для розробки МАСППР мають представляти вільне програмне забезпечення та розгортати кластери серверів. Найвідомішими програмними засобами в цьому сегменті є такі платформи, як Apache Hadoop та Apache Storm.

Для обміну повідомленнями між агентами СППР доцільно застосовувати технологію Apache Kafka, яка є розподіленою системою обміну повідомленнями з високою пропускну здатністю, що досить важливо у формуванні даних або повідомлень для прийняття рішень. Kafka легко масштабується і теоретично може витримати будь-який обсяг даних.

Бібліотеки Apache Hadoop розширюють можливості одного сервера до тисячі машин, кожна з яких виконує локальні обчислення і зберігання. Замість того щоб покладатися на обладнання для забезпечення високої продуктивності, бібліотеки призначені для виявлення й обробки збоїв на рівні додатків. Нині навколо Apache Hadoop зібрані десятки вільно розповсюджуваних систем для обробки великих обсягів даних.

Apache Hadoop — це базовий програмний комплекс, що розробляється і підтримується Apache Software Foundation і застосовується для реалізації пошукових і тематичних механізмів багатьох високонавантажених веб-сайтів. Цей комплекс реалізує парадигму обчислення Hadoop MapReduce, що являє собою фреймворк для обчислення певних наборів розподілених завдань з використанням великої кількості комп'ютерів, які утворюють кластер. Робота з MapReduce характеризується двома етапами, а саме — Map і Reduce, названі так за аналогією з однойменними функціями вищого порядку — «map» і «reduce».

Перевага MapReduce полягає в тому, що він дає змогу розподілено виробляти операції попередньої обробки та згортки. Операції попередньої обробки працюють незалежно один від одного і можуть проводитися паралельно. Аналогічно безліч робочих вузлів можуть здійснювати згортку — для цього необхідно лише, щоб усі результати попередньої обробки з одним конкретним значенням ключа опрацьовувалися одним робочим вузлом в один момент часу. Хоча цей процес може бути менш ефективним порівняно з більш послідовними алгоритмами. Hadoop MapReduce уможливорює створення обробників без використання Java. За допомогою утиліти Hadoop Streaming, яку можна використовувати як базові обробники і згортки, як і будь-який виконуваний файл, що працює зі стандартним вводом-висновком операційної системи, чи використовувати прикладний інтерфейс програмування Hadoop Pipes на мові програмування C ++, що набула широкого поширення в сучасних інформаційних технологіях. Також до складу дистрибутивів Hadoop входять реалізація різних конкретних базових обробників, додатків і згорток, найбільш типово використовуються у завданнях розподіленої обробки й аналізу великих обсягів даних.

Загалом веб-орієнтована МАСППР потребує багато ресурсів, адже необхідно обробляти великий обсяг даних усіх учасників ЕЕВС і динамічно компілювати програмний код для агентів. Необхідність такої реалізації зумовлена надзвичайно гнучкою сферою діяльності учасників ІК. МАСППР система повинна бути доступною користувачам через будь-який інтернет-браузер, лише ввівши свій логін і пароль.

Висновок

Економічна складова сталого розвитку полягає в оптимальному використанні обмежених ресурсів, застосуванні матеріало-, енергоощадних технологій і підвищенні конкурентоспроможності за рахунок постійних інновацій. Екологічна складова має за-

безпечити життєздатність біологічних і фізичних систем. Соціальна же складова орієнтована на людський розвиток, збереження стабільності суспільних і культурних систем, зменшення кількості соціальних конфліктів.

Впровадження нововведень на рівні суб'єкта господарювання, підвищення рівня технологічності, вдосконалення інституційного та нормативного середовищ стимулюють інноваційну діяльність і створюють можливості для сталого розвитку країни загалом.

Значущою складовою сталого розвитку виступають постійні інновації суб'єктів господарювання, які можна ефективно реалізувати організаційними об'єднаннями, орієнтованими на інновації. Ці еколого-економічні та виробничі об'єднання називаються інноваційними кластерами, що забезпечують сталий розвиток соціально-економічної системи.

Інноваційні кластери являють собою еколого-економічні виробничі системи (ЕЕВС), що виконують роль конструктивних блоків у продуктивній, інноваційній економіці. У широкому розумінні інноваційний кластер як агломерація фірм і їхніх поставальників дає змогу створити сучасні локально сконцентровані ринки праці.

Подальше поширення новації у соціально-економічному ринковому середовищі сприяє її вдосконаленню, а інноваційна продукція ІК набуває раніше невідомих споживчих якостей. Це можна описати за допомогою математичних моделей дифузії інновацій, тобто процесу подальшого вдосконалення та розвитку інновації в зовнішньому середовищі ІК, змін попиту на інноваційну продукцію чи послуги. Серед наукових праць, у яких розглядається моделювання процесів управління інноваціями, чимало присвячено явищу дифузії інновацій. Сьогодні найвідоміші та найпопулярніші теорії поширення інновацій — це дифузійні моделі Френка Басса й Еверетта Роджерса. У моделі Басса суспільство складається з новаторів та імітаторів, і ймовірність купівлі нового продукту тим вища, чим більше людей уже придбало цей продукт.

Проаналізувавши моделі дифузії інновацій, можна сказати, що деякі моделі з них не враховують вплив міжособистісних каналів або зовнішній вплив мас-медіа на споживачів. На думку автора, деякі моделі більше описують впровадження, амортизацію та модернізацію основних засобів, аніж процес поширення інноваційної продукції кластера на ринку потенційних споживачів. За допомогою наведених моделей можна провести маркетингові дослідження ІК та відстежувати процес заміни старої продукції на нову.

За результатами порівняльного аналізу властивостей агентно-орієнтованих моделей зовнішнього впливу, внутрішнього впливу, моделі зовнішнього та внутрішнього впливу, моделі Басса, моделі клітинного автомата, моделі Полтеровича — Хенкіна з урахуванням амортизації, моделі Форта — Вудлока, моделі Менсфілда, моделі лінійного порогу, технологічної дифузії та інвестиційного рішення, моделі Басса з маркетинговими змінними, було обрано змішану модель дифузії Басса.

У модифіковану модель дифузії Басса, на відміну від типової, додані параметри для об'єктивного відображення процесу управління ІК: зміна ціни, зміна витрат на рекламу та збут, які суттєво змінюють модель і поведінку агентів. Кожен тип агента характеризує різна інтенсивність придбання ним інноваційної продукції ІК. Типізація агентів відбувається за класифікацією Еверета Роджерса. Залежно від поведінки агентів обрано такі їхні типи: агент-новатор, агент «рання меншість», агент «рання більшість», агент-скептик, агент-консерватор.

Виділяють чотири підходи для пошуку параметрів моделі: метод звичайних найменших квадратів, нелінійний метод найменших квадратів, на основі максимальної правдоподібності, на основі алгебраїчного. Було з'ясовано, що найоптимальнішим методом для пошуку параметрів змішаної моделі дифузії Басса є нелінійний метод найменших квадратів. Основні переваги цього методу: точніший результат і велика кількість підходів для пошуку параметрів.

За допомогою математичної моделі дифузії інновацій можна створити комп'ютерну симуляцію трансферу технологій в ЕЕВС. Крім того, запропонована методика уможливорює максимальне зближення виду математично формалізованої моделі та її комп'ютерної реалізацію. Розробка агентних моделей не потребує використання спеціалізованих програмних пакетів.

З метою комп'ютерної апробації та для реалізації розробленої агентної моделі дифузії інновацій проаналізовано програмні пакети SeSam, NetLogo, Repast symphony, AnyLogic. У результаті аналізу обрано програмний пакет Anylogic — завдяки його широкому функціоналу: підтримка водночас кількох видів імітаційного моделювання, вбудована база даних, хмарні технології та створення імітаційної моделі графічно.

Важливим напрямом удосконалення процесів управління ЕЕВС у зв'язку з розрізненістю різних видів розкриття інформації учасниками кластера стає розробка стандартів системи інтегрованої звітності для вибору й прийняття ефективних рішень, що

охоплює фінансові та нефінансові показники. Інтегрована звітність — ключовий елемент механізму управління ЕЕВС, яка розкриває можливості та ризики цього процесу.

У сучасних умовах досить активно й успішно розвивається технологія обробки великих даних, яку можна використати для розробки веб-орієнтованої МАСППР в ІК. Нині в СППР технологіях Big Data характеризується як серією підходів, інструментів і методів обробки структурованих і неструктурованих даних величезних обсягів і значного різноманіття з метою отримання інформації необхідної для прийняття рішення в процесі управління ІК.

Існує багато програмних платформ, які можна використати для побудови веб-орієнтованої МАСППР у процесі управління, що підтримують технологію Big Data, та розробки рішень типу Business Intelligence. Найпопулярніші платформи для реалізації цих рішень такі: SAP HANA, Oracle Big Data Appliance, Apache Hadoop, Microsoft Azure.

Порівнюючи програмні платформи для розробки веб-орієнтованої МАСППР у процесі трансферу технологій ЕЕВС, побачили, що основним їхнім недоліком є велика вартість, а це доволі витратно в рамках його обмеженого бюджету, тому було обрано платформу Apache.

Проаналізовано інструменти для підтримки прийняття рішень, які можна використовувати в процесі управління ІК. Розроблено комп'ютерну архітектуру веб-орієнтованої МАСППР у процесі управління ІК та концептуальні положення для її реалізації на платформі Apache.

Відкритий характер сучасного інформаційного суспільства та глобальної ринкової економіки спонукає до прискорення науково-технічного прогресу і загострення конкуренції на ринках. Це змушує ІК шукати нові методи та засоби організації й управління, спрямовані на якісніше та ефективніше задоволення індивідуальних запитів споживачів.

Найчастіше класичні методи вирішення завдань або непридатні у реальному житті (неважко уявити собі, що означає спробувати вирішити задачу управління підприємством у непередбачувано динамічній ситуації сучасного бізнесу, навіть за допомогою вищої математики і найбільш просунутих економічних моделей), або потребують величезних обсягів розрахунків, для яких не вистачить потужності всіх сучасних комп'ютерів.

Сутність мультиагентних технологій полягає у принципово новому методі вирішення завдань. На відміну від класичного способу, коли здійснюється пошук певного чітко визначеного (детермінованого)

алгоритму, що допомагає знайти оптимальне розв'язання проблеми, в мультиагентних технологіях рішення виходить автоматично в результаті взаємодії множини самостійних і цілеспрямованих програмних модулів — так званих програмних агентів.

Під час програмної реалізації веб-орієнтованої МАСППР у процесі управління ІК слід враховувати рівні управління: учасник ІК, керівник кластера, регіон, держава. У МАСППР необхідно розробити такі програмні модулі: модуль маркетингу, модуль інвестування, модуль логістики, модуль звітності.

Комп'ютерна архітектура веб-орієнтованої МАСППР має складатися з таких компонентів: БД учасників, СКБД МАСППР, СКБМ МАСППР, програмні агенти, БД, БМ, система веб-додатків.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці комплексної методології пошуку параметрів $\beta_1, \beta_2, \beta_3, p, q$ змішаної моделі дифузії інновацій Басса, її комп'ютерна реалізація та інтеграція в базу моделей МАСППР, а також розширення та апробація агентно-орієнтованої моделі різними маркетинговими змінними, що дасть можливість дослідити вплив багатьох ринкових факторів на трансфер технологій ЕЕВС.

Список використаних джерел до розділу 6

1. Андрианов В.Д. Саморегулируемые организации как механизм устойчивости и равновесия на микроэкономическом уровне. *Маркетинг*. 2007. № 3. С. 3-28.
2. Гринів Л.С. Екологічно збалансована економіка: проблеми теорії: монографія. Львів : ЛНУ ім. І.Франка, 2001. 240 с.
3. Згуровский М.З., Гвишиани А.Д. Глобальное моделирование процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни людей (2005-2007/2008 гг.). Київ: НТУУ «КПІ», 2008. 140 с.
4. Максимова В.Ф. SMART (интеллектуальная) экономика: цели, задачи и перспективы. *Открытое образование*. 2011. № 3. С. 63-71.
5. Глазьев С.Ю., Арменский А.Е., Наумов Е.А. Интеллектуальная экономика — технологические вызовы XXI века; под ред. О.С.Сабдена. Алматы: Эксклюзив, 2009. 320 с.
6. Барышева А.В. Экономика знаний: новая парадигма научного познания. URL: <http://spkurdyumov.narod.ru/barisheva2.htm> (дата звернення: 08.05.2017).
7. Дзенис В.А.? Дзенис С.А. Участие банков в инвестиционных процессах экономического развития Украины и её регионов. *Бизнес-*

информ. Научно-практические проблемы социально-экономического развития. Харьков, 2010. № 5. С. 27–29.

8. Инновационное развитие — основа модернизации экономики России. Национальный доклад; ред. кол.: Евтушенков В.П. и др. Москва: ИМЭМО РАН, ГУ-ВШЭ, 2008. 168 с.

9. Полтерович В.М. Стратегии институциональных реформ. Перспективные траектории. *Экономика и математические методы*. 2006. № 1 (28) С. 17–23.

10. Портер М. Конкуренция. Москва: Вильямс, 2005. 608 с.

11. Мельников В. В. Інноваційні кластери та їх роль в управлінні економікою. *Вісник Одеського національного університету. Економіка*. 2014. № 3. С. 238–242.

12. Trade's G. Les lois limitations. Paryz, 1893.

13. Rogers E. M. Diffusion of innovations. 5th ed. New York : Free Press, 2003. 576 p.

14. Руководство Осло: Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. Третье изд. Пер. на рус. яз., изд 2-е, испр. Москва: Организация экономического сотрудничества и развития, 2010. 112 с.

15. Хемди А. Таха. Введение в исследование операций. Москва: Вильямс, 2005. 901 с

16. Bass F. A. New Product Growth for Model Consumer Durables. *Management Science*. 1969. V. 15. (5). P. 215–227.

17. Соловьев В.И. Экономико-математическое моделирование рынка программного обеспечения: монография. Москва: Вега-Инфо, 2009.

18. Булгаков, Ю.В., Зинина О.В. Компьютерное моделирование диффузии инноваций. *Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева*. 2011. №4. С. 217–221.

19. Грилихес Ц. (Griliches Z.) Hibryd corn: An exploration in the economics of technological change. *Econometrica*. 1957. V. 25. P. 501-522.

20. Daniel J. Packey, Market Penetration of New Energy Technologies. NREL/TP-462-4860, Feb 1993.

21. Rogers E.M. Diffusion of innovations (4th ed.). New York: The Free Press, 1995. 518 p.

22. Полтерович В.М., Хенкин Г.М. Эволюционная модель взаимодействия процессов создания и заимствования технологий. *Экономика и математические методы*. 1988. Т. XXIV. Вып. 6. С. 1071-1083.

23. Александрова А.Ю. Исследование скорости бегущей волны в одной модификации модели Полтеровича-Хенкина. *Труды МФТИ*. 2015. №4. С. 11-16.

24. Александрова А.Ю. Исследование скорости бегущей волны в одной модификации модели Полтеровича — Хенкина. *Труды МФТИ*. 2015. №4. С. 11-16.

25. Mansfield E. (1961). Technical change and the rate of imitation. *Econometrica* 29 (4). P. 741-766.

26. Watts D., Dodds P. Influentials, Networks, and Public Opinion Formation. *Journal of Consumer Research*. 2007. №34. P. 441-458.

27. Балацкий Е.В. Технологическая диффузия и инвестиционные решения. *Журн. новой экон. ассоциации*. 2012. № 3(15). С. 10-34.
28. Bass, Frank M., Trichy V. Krishnan, and Dipak C. Jain. 1994. Why the Bass Model Fits Without Decision Variables. *Marketing Science* 13, Summer. 203-223.
29. Евдокимов С. А. Перспективы развития региональных экономических моделей оценки диффузии инновационных товаров-компонентов. *Регион в период модернизации: социальные институты*. II Междунар. науч.-практ. конф. Нижний Новгород, 2013. С. 109-117.
30. Клебанов Б.И., Москалев И.М., Бегунов Н.А. и др. Мультиагентная имитационная модель муниципального образования. *Имитационное моделирование. Теория и практика* (ИММОД-2007): сб. докладов. Санкт-Петербург, 2007. Т. 2. С. 86-90.
31. Nelson, R.R., Winter, S.G. An Evolutionary Theory of Economic Change. Boston: Harvard University Press, 1982. 452 p.
32. Mahajan, V. New-Product Diffusion Models [Text] / V. Mahajan, Y. Wind, E. Muller (eds.). *International Series in Quantitative Marketing*, 1 (2000) Kluwer Academic Publishers, Boston.
33. Мельников В. В. Мультиагентна система підтримки прийняття рішень в інноваційних кластерах. *Причорноморські економічні студії*. 2016. Вип. 4. С. 109-115.